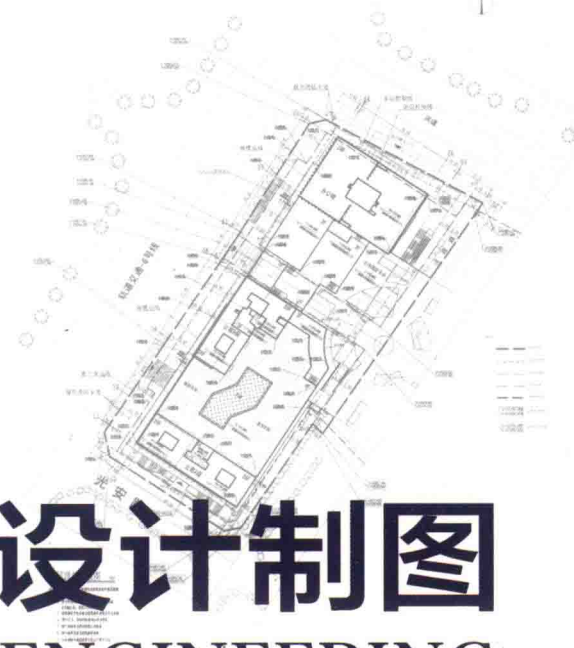




# 工程制图

## ENGINEERING DESIGN DRAWING

郭朝勇◎编著

中国建筑工程出版社

# 工程设计制图

郭朝勇 编著



中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工程设计制图/郭朝勇编著. —北京: 中国建筑工程出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-112-23055-6

I. ①工… II. ①郭… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 275942 号

本书是工程制图课程改革的新编教材, 它以教育部“高等学校工程图学课程教学基本要求”为依据, 还简要介绍了常用机械机构与传动, 以及形体与零件构型设计的基本知识, 构建了新的课程内容体系。其目的在于让学生树立工程和设计意识, 进行用图样表达机械等工程设计信息的全面训练, 提高以图样为载体的综合理解能力、表达能力及形象化创新思维能力。

本书由制图基础、投影制图、图样画法、机械设计、工程图样 5 个模块组成, 主要包括: 绪论、制图的基本知识与基本技能、正投影法和三视图、点与直线和平面的投影、基本几何体及其表面上点的投影、截切体和相贯体的视图、轴测投影图、组合体的视图及尺寸标注、组合体的构型设计、机件常用表达方法、常用机械机构、机械传动及其图样表达、通用零件及其联接与图样表达、机械零件的构型设计、零件图、装配图。

本书可作为高等工科大学非机械类各专业工程制图课程的教材, 亦可供其他专业师生和工程技术人员参考。

责任编辑: 郭 栋

责任校对: 李欣慰

## 工程设计制图

郭朝勇 编著

\*

中国建筑工程出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 387 千字

2019 年 3 月第一版 2019 年 3 月第一次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-23055-6

(33139)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 前言 | Preface

“工程制图”（或“工程图学”）是高等工科院校非机械、非土建类各专业普遍开设的一门技术基础课程。传统的“工程制图”课程与机械类专业开设的“机械制图”课程，除深度要求有所不同外，均以解决形体的图样表达及图样识读为核心，在基本教学内容上并无太大的区别。

随着科学技术的发展，专业的综合性和交叉性对本课程的教学提出了更高的要求。我们认为，从学生工程设计知识完整性的角度来看，“工程制图”与“机械制图”课程基本教学内容的无差异问题似有其局限性。对于机械类专业的学生而言，机械制图课程的定位和内容设计是合适的、准确的，因为机械设计相关知识体系有赖于后续的理论力学、材料力学、工程材料、机械制造、机械原理、机械零件、机械综合课程设计等课程的学习和实践来逐步完善。而非机械、非土建类各专业开设的机械类相关课程只有“工程制图”和“工程技术训练”，在这两门课程中，前者只介绍形体的图样问题，后者只解决形体的加工问题，而形体的来源问题则没有相关课程涉及，从学生整体的知识结构来看，似乎是不完整的。为此，我们进行了“工程制图”课程内容体系的教学改革尝试，课程名称也相应改为指向性更为明确的“工程设计制图”。

1980年以来，北京科技大学、重庆大学、东华大学、西安交通大学等学校，按照与上相似的思路，在机械类和近机械类的相关专业进行了“机械设计制图”课程的教学改革研究与实践，取得了很好的教学效果，改革成果曾获国家级教学成果奖。与此相对应的是，针对非机械类专业的“工程制图”课程相应改革的研究与实践则相对较少，尚未见有系统性的研究成果发表。2012年以来，在解放军总装备部院校信息化教学改革工程“‘工程设计制图’优质课程建设”项目的支持下，我们在原军械工程学院的5个非机械类专业进行了5期“工程设计制图”课程改革实践，取得了良好的教学效果。本书即为课程改革及教学实践的总结之一。

本书以教育部“高等学校工程图学课程教学基本要求”为依据，从完善学生工程设计知识的完整性及相关工程训练的全面性角度出发，尝试建立一个适合学科综合性和交叉性要求的“工程设计制图”课程知识和教学体系。其基本考虑是，在不大幅增加课程学时和基本不降低制图内容教学要求的前提下，适当增加以常用机构为代表的设计原理的启蒙性知识介绍和以形体构型设计为核心的设计思维的初步训练，目的是提高学生的设计意识和工程素质，使学生对工程图样的作用及内容有更为深入的理解。本书在内容上由五个模块组成，包括：制图基础（第1章）、投影制图（第2章至第8章）、图样画法（第9章）、机械设计（第10章至第13章）、工程图样（第14、15章）。

本书的参考教学课时为40~60学时。

本书由陆军工程大学石家庄校区机械工程教研室郭朝勇编著，同时也是集体智慧的结晶。陆军工程大学石家庄校区教学科研处和车辆与电气工程系对课程改革给予了大力的支



持；王克印教授和黄海英、韩凤起副教授对课程体系的改革及课程的教学实践做出了突出的贡献；李志尊副教授对机械设计相关内容的取舍提出了很好的建议；王艳、刘冬芳、张靖讲师为课程教学条件建设付出了辛勤的劳动。在此向他们表达深深的谢意。

教学改革是一项艰巨而细致的工作，而教学内容和课程体系改革又是教改中的重点和难点。我们也是“摸着石头过河”，尽管有一些粗浅的想法和初步的教学体会，但更需经过系统和广泛的教学研究与实践去检验之。

限于时间、水平和能力，书中难免有不妥甚至错误之处，恳请使用本书的老师和同学批评、指正。我们的邮箱为：guochy1963@163.com。

# 目录 | Contents

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 绪论 .....                  | 1  |
| 0.1 工程设计 .....            | 1  |
| 0.1.1 工程设计概述 .....        | 1  |
| 0.1.2 产品工程设计过程 .....      | 1  |
| 0.1.3 工程设计思想的表达 .....     | 2  |
| 0.2 机械与机械设计 .....         | 2  |
| 0.2.1 机械的概念及术语 .....      | 2  |
| 0.2.2 机械设计 .....          | 5  |
| 0.2.3 机械图样 .....          | 5  |
| 0.3 本课程的教学目的和基本要求 .....   | 6  |
| 0.4 本课程的学习方法 .....        | 7  |
| 第1章 制图的基本知识与基本技能 .....    | 8  |
| 1.1 国家标准关于工程制图的一般规定 ..... | 9  |
| 1.1.1 图纸幅面和格式 .....       | 9  |
| 1.1.2 比例 .....            | 10 |
| 1.1.3 字体 .....            | 11 |
| 1.1.4 图线 .....            | 13 |
| 1.2 尺寸标注 .....            | 14 |
| 1.2.1 基本规则 .....          | 14 |
| 1.2.2 尺寸的组成 .....         | 14 |
| 1.2.3 常见尺寸的标注方法 .....     | 15 |
| 1.3 常用绘图工具和用品及其使用方法 ..... | 17 |
| 1.3.1 绘图工具 .....          | 17 |
| 1.3.2 绘图用品 .....          | 18 |
| 1.4 常用几何图形的画法 .....       | 20 |
| 1.4.1 等分圆周和作正多边形 .....    | 20 |
| 1.4.2 圆弧连接 .....          | 20 |
| 1.4.3 斜度和锥度 .....         | 21 |
| 1.5 平面图形的画法 .....         | 22 |
| 1.5.1 尺寸分析 .....          | 22 |
| 1.5.2 线段分析 .....          | 22 |



|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 1.5.3 绘图方法和步骤             | 23        |
| 1.6 草图的画法                 | 24        |
| 思考题                       | 25        |
| <b>第2章 正投影法和三视图</b>       | <b>27</b> |
| 2.1 投影法及正投影               | 28        |
| 2.1.1 中心投影法               | 28        |
| 2.1.2 平行投影法               | 28        |
| 2.1.3 正投影的基本特性            | 29        |
| 2.2 视图及其画法                | 29        |
| 2.3 三视图的形成                | 30        |
| 2.3.1 三投影面体系              | 31        |
| 2.3.2 三视图的形成              | 31        |
| 2.3.3 投影面的展开              | 32        |
| 2.4 三视图的配置与投影规律           | 32        |
| 2.4.1 三视图的配置              | 32        |
| 2.4.2 三视图的投影规律            | 32        |
| 2.5 绘制物体三视图的方法步骤          | 33        |
| 思考题                       | 34        |
| <b>第3章 点、直线和平面的投影</b>     | <b>36</b> |
| 3.1 点的三面投影                | 37        |
| 3.1.1 点的空间位置和直角坐标         | 37        |
| 3.1.2 点的三面投影              | 37        |
| 3.1.3 点的投影规律              | 38        |
| 3.1.4 重影点                 | 38        |
| 3.2 直线的三面投影               | 39        |
| 3.2.1 直线的投影               | 39        |
| 3.2.2 各种位置直线的投影特性         | 39        |
| 3.3 平面的三面投影               | 42        |
| 3.3.1 平面的投影               | 42        |
| 3.3.2 各种位置平面的投影特性         | 42        |
| 思考题                       | 45        |
| <b>第4章 基本几何体及其表面上点的投影</b> | <b>46</b> |
| 4.1 平面几何体及其表面上点的投影        | 47        |
| 4.1.1 棱柱                  | 47        |
| 4.1.2 棱锥                  | 49        |
| 4.2 曲面几何体及其表面上点的投影        | 52        |



|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 4.2.1 圆柱               | 53        |
| 4.2.2 圆锥               | 55        |
| 4.2.3 圆球               | 58        |
| 思考题                    | 60        |
| <b>第5章 截切体和相贯体的视图</b>  | <b>61</b> |
| 5.1 截切体                | 62        |
| 5.1.1 截交线的性质及作图方法      | 62        |
| 5.1.2 平面立体的截交线         | 62        |
| 5.1.3 曲面立体的截交线         | 66        |
| 5.2 相贯体                | 69        |
| 5.2.1 正交圆柱的相贯线         | 69        |
| 5.2.2 相贯线的基本形式         | 70        |
| 5.2.3 相贯线的特殊情况         | 70        |
| 思考题                    | 72        |
| <b>第6章 轴测投影图</b>       | <b>74</b> |
| 6.1 轴测投影的基本知识          | 75        |
| 6.1.1 轴测投影的概念          | 75        |
| 6.1.2 轴测投影的特性          | 75        |
| 6.1.3 轴测图的分类           | 76        |
| 6.2 正等轴测图的画法           | 76        |
| 6.2.1 轴间角和轴向伸缩系数       | 76        |
| 6.2.2 平面立体的正等轴测图画法     | 76        |
| 6.2.3 回转体的正等轴测图画法      | 78        |
| 6.3 斜二轴测图的画法           | 79        |
| 思考题                    | 80        |
| <b>第7章 组合体的视图及尺寸标注</b> | <b>81</b> |
| 7.1 组合体的组合形式和形体分析      | 82        |
| 7.1.1 组合体的组合形式         | 82        |
| 7.1.2 相邻两表面的连接关系       | 82        |
| 7.1.3 形体分析法            | 83        |
| 7.2 组合体视图的画法           | 84        |
| 7.2.1 形体分析             | 84        |
| 7.2.2 选择主视图            | 84        |
| 7.2.3 选定比例和图幅          | 85        |
| 7.2.4 绘图               | 85        |
| 7.3 读组合体视图             | 86        |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| 7.3.1 读图的基本要领        | 86         |
| 7.3.2 形体分析法读图        | 88         |
| 7.3.3 线面分析法读图        | 91         |
| 7.3.4 补视图和补图线        | 93         |
| 7.4 组合体的尺寸标注         | 95         |
| 7.4.1 基本体的尺寸标注       | 96         |
| 7.4.2 组合体的尺寸分析       | 98         |
| 7.4.3 组合体尺寸标注的方法和步骤  | 99         |
| 7.4.4 组合体尺寸标注的注意事项   | 100        |
| 思考题                  | 101        |
| <b>第8章 组合体的构型设计</b>  | <b>102</b> |
| 8.1 组合体构型设计的原则       | 103        |
| 8.2 组合体构型设计的方法       | 105        |
| 8.3 组合体构型设计的训练       | 108        |
| 8.3.1 基于视图的构型设计      | 108        |
| 8.3.2 基于形体外形轮廓的构型设计  | 111        |
| 8.3.3 基于基本形体组合的构型设计  | 111        |
| 8.3.4 构造补体的构型设计      | 111        |
| 8.3.5 基于几何或拓扑约束的构型设计 | 111        |
| 8.3.6 等体积变换构型设计      | 113        |
| 8.3.7 基于日常用品的构型设计    | 113        |
| 思考题                  | 114        |
| <b>第9章 机件常用表达方法</b>  | <b>115</b> |
| 9.1 视图               | 116        |
| 9.1.1 基本视图           | 116        |
| 9.1.2 向视图            | 117        |
| 9.1.3 局部视图           | 118        |
| 9.1.4 斜视图            | 119        |
| 9.2 剖视图              | 120        |
| 9.2.1 剖视图的概念         | 120        |
| 9.2.2 剖视图的种类         | 123        |
| 9.2.3 剖切面的种类         | 125        |
| 9.3 断面图              | 128        |
| 9.3.1 断面图的概念         | 128        |
| 9.3.2 断面图的分类         | 128        |
| 9.4 局部放大图和简化画法       | 131        |
| 9.4.1 局部放大图          | 131        |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 9.4.2 简化画法 .....              | 132        |
| 9.5 读剖视图 .....                | 134        |
| 思考题 .....                     | 135        |
| <b>第10章 常用机械机构 .....</b>      | <b>136</b> |
| 10.1 概述 .....                 | 136        |
| 10.1.1 运动副及其分类 .....          | 137        |
| 10.1.2 构件及运动副的表示方法 .....      | 138        |
| 10.1.3 机构运动简图 .....           | 140        |
| 10.1.4 机构具有确定运动的条件 .....      | 140        |
| 10.2 平面连杆机构 .....             | 140        |
| 10.2.1 组成和类型 .....            | 140        |
| 10.2.2 曲柄存在条件及运动特性 .....      | 141        |
| 10.2.3 四杆机构的应用 .....          | 142        |
| 10.2.4 具有移动副的四杆机构 .....       | 145        |
| 10.3 凸轮机构 .....               | 147        |
| 10.3.1 凸轮机构的组成及分类 .....       | 147        |
| 10.3.2 凸轮机构的特点及应用 .....       | 148        |
| 10.4 螺旋机构 .....               | 149        |
| 10.5 间歇运动机构 .....             | 151        |
| 10.5.1 棘轮机构 .....             | 151        |
| 10.5.2 槽轮机构 .....             | 153        |
| 10.5.3 不完全齿轮机构 .....          | 154        |
| 10.6 组合机构 .....               | 155        |
| 10.6.1 连杆-连杆机构 .....          | 155        |
| 10.6.2 凸轮-凸轮机构 .....          | 156        |
| 10.6.3 连杆-凸轮机构 .....          | 156        |
| 10.6.4 连杆-棘轮机构 .....          | 156        |
| 思考题 .....                     | 157        |
| <b>第11章 机械传动及其图样表达 .....</b>  | <b>159</b> |
| 11.1 齿轮传动及其图样表达 .....         | 159        |
| 11.1.1 齿轮传动的特点和类型 .....       | 160        |
| 11.1.2 齿轮的结构及各部分名称与尺寸关系 ..... | 161        |
| 11.1.3 圆柱齿轮的规定画法 .....        | 162        |
| 11.1.4 圆锥齿轮及其规定画法 .....       | 163        |
| 11.1.5 蜗杆蜗轮及其规定画法 .....       | 164        |
| 11.2 齿轮系 .....                | 165        |
| 11.2.1 轮系的分类 .....            | 165        |



|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 11.2.2 轮系的传动比             | 166        |
| 11.2.3 轮系的应用              | 166        |
| 11.3 链传动                  | 167        |
| 11.3.1 链传动的工作原理与类型        | 167        |
| 11.3.2 链传动的特点及应用          | 168        |
| 11.3.3 链传动的图样表达           | 168        |
| 11.4 带传动                  | 168        |
| 11.4.1 带传动的工作原理与类型        | 168        |
| 11.4.2 带传动的特点及应用          | 169        |
| 11.4.3 带传动的图样表达           | 170        |
| 思考题                       | 170        |
| <b>第12章 通用零件及其联接与图样表达</b> | <b>172</b> |
| 12.1 概述                   | 172        |
| 12.2 螺纹                   | 173        |
| 12.2.1 螺纹的形成              | 173        |
| 12.2.2 螺纹的要素              | 173        |
| 12.2.3 常用螺纹的种类            | 175        |
| 12.2.4 螺纹的图样表达            | 175        |
| 12.2.5 螺纹的标记              | 177        |
| 12.2.6 螺纹的查表              | 178        |
| 12.3 螺纹紧固件及其联接            | 178        |
| 12.3.1 螺纹紧固件的标记           | 178        |
| 12.3.2 螺纹紧固件的联接画法         | 180        |
| 12.4 键联接和销联接              | 182        |
| 12.4.1 键联接                | 182        |
| 12.4.2 销联接                | 184        |
| 12.5 滚动轴承                 | 184        |
| 12.5.1 滚动轴承的代号和标记         | 184        |
| 12.5.2 滚动轴承的画法            | 185        |
| 12.6 弹簧                   | 186        |
| 12.7 不可拆卸联接               | 188        |
| 12.7.1 铆接                 | 188        |
| 12.7.2 焊接                 | 188        |
| 12.7.3 胶接                 | 189        |
| 12.7.4 过盈联接               | 190        |
| 思考题                       | 190        |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第 13 章 机械零件的构型设计 .....   | 192 |
| 13.1 零件设计的基本要求 .....     | 192 |
| 13.1.1 满足工作能力要求 .....    | 192 |
| 13.1.2 满足经济性的要求 .....    | 193 |
| 13.2 零件设计的过程和方法 .....    | 194 |
| 13.3 零件的构型设计 .....       | 194 |
| 13.3.1 零件构型的设计要求 .....   | 194 |
| 13.3.2 零件构型的工艺要求 .....   | 194 |
| 13.4 零件构型设计示例 .....      | 197 |
| 13.4.1 定滑轮滑轮架的构型设计 ..... | 197 |
| 13.4.2 机械手夹持件的构型设计 ..... | 199 |
| 思考题 .....                | 200 |
| 第 14 章 零件图 .....         | 201 |
| 14.1 零件图的内容 .....        | 202 |
| 14.2 零件图的视图选择和表达方法 ..... | 202 |
| 14.3 零件图的尺寸标注 .....      | 206 |
| 14.3.1 尺寸基准 .....        | 206 |
| 14.3.2 尺寸标注的注意事项 .....   | 207 |
| 14.3.3 常见孔的尺寸注法 .....    | 208 |
| 14.3.4 典型零件的尺寸注法 .....   | 210 |
| 14.4 零件图上的技术要求 .....     | 211 |
| 14.4.1 尺寸公差 .....        | 211 |
| 14.4.2 几何公差 .....        | 214 |
| 14.4.3 表面结构要求 .....      | 216 |
| 14.4.4 表面处理及热处理 .....    | 219 |
| 14.5 零件图的绘制 .....        | 219 |
| 14.5.1 分析零件 .....        | 220 |
| 14.5.2 选择视图 .....        | 220 |
| 14.5.3 绘制零件图 .....       | 220 |
| 14.6 零件图的识读 .....        | 222 |
| 14.6.1 识读零件图的要求 .....    | 222 |
| 14.6.2 识读零件图的方法和步骤 ..... | 222 |
| 14.6.3 识读零件图示例 .....     | 223 |
| 思考题 .....                | 226 |
| 第 15 章 装配图 .....         | 227 |
| 15.1 装配图的作用和内容 .....     | 227 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 15.2 装配图的表达方法.....      | 230 |
| 15.2.1 规定画法.....        | 230 |
| 15.2.2 特殊表达方法.....      | 230 |
| 15.3 装配图的尺寸标注及技术要求..... | 233 |
| 15.3.1 配合的概念与标注.....    | 233 |
| 15.3.2 装配图的尺寸标注.....    | 234 |
| 15.3.3 装配图的技术要求.....    | 235 |
| 15.4 装配图上的零件序号和明细栏..... | 236 |
| 15.5 绘制装配图.....         | 236 |
| 15.6 识读装配图.....         | 240 |
| 15.6.1 读装配图的方法和步骤.....  | 240 |
| 15.6.2 读装配图示例.....      | 241 |
| 思考题.....                | 246 |

|          |     |
|----------|-----|
| 附录 ..... | 247 |
|----------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 263 |
|------------|-----|

# 绪论

本章将概述工程设计的作用、过程及设计思想的图样表达方式；阐述机械的概念、相关术语、机械设计的过程，以及机械图样在机械设计中的地位和作用；介绍本课程的教学目的、基本要求以及学习的方法。

## 0.1 工程设计

### 0.1.1 工程设计概述

工程设计是为了满足社会需求而进行的系统、组件或工艺设计工程。在工程设计中，应用基础科学、数学以及工程科学，集成现有资源，最优化地达到预期的目标。在设计过程中，最基本的设计元素是目标、标准、综合、分析、施工测试和评估。工程设计通常是一个循环和迭代的过程，往往需要对设计出的产品方案进行不断修改和完善，在设计规定的周期内获得符合要求的最佳产品。在工程设计中，除了要满足客户需求，还必须考虑很多其他因素，如安全、经济、环保、可持续发展等。

产品从无到有并保证发挥其作用的过程，就是产品的实现过程。该过程可由五个阶段组成：需求、决策分析阶段→工程设计和开发阶段→生产制造阶段→产品营销阶段→产品服务阶段。从此过程可以看出，产品工程设计是使需求变成技术系统的一种描述。例如，人们希望房间里降温，这是一种需求，但满足需求的方法可以很多。技术人员通过思索构思了一个技术系统能最大限度地满足上述的需求，这一过程即为工程设计。由此可见，工程设计在整个产品实现过程中是一个非常重要的组成部分，满足需求的产品才有它的市场地位和竞争力。著名的“七二一”规律指出，产品的质量70%取决于工程设计和开发，20%取决于加工，10%取决于加工人员的素质。可以说，工程设计的质量将直接影响产品的质量。

### 0.1.2 产品工程设计过程

产品工程设计过程可由方案设计、技术设计和施工设计三阶段组成。

方案设计又称为概念设计，它是以功能分析为核心，即对用户的需求通过功能分析并

针对每一功能元以寻求最佳的原理理解。这些原理解毕竟还是一种抽象的,尚不具体化的思维和分析结果,要想把这些结果变成可制造的三维模型,这就是技术设计的主要任务。技术设计即是将原理解过渡到一个技术上可制造的三维模型。施工设计主要目的是使该三维模型成为真正能使用的零件、部件或产品,以满足需要。

### 0.1.3 工程设计思想的表达

语言、文字及图形被认为是表达人类思维的三个重要的手段。一张图可以表达艺术家的创造性思维，而一张工程图可以表达工程技术人员的设计构思。在工程界，图形的表达比起语言和文字的表达式更为重要。正像文字是作家的生命一样，图形的表达是所有工程技术人员的基本素质。

图 0.1 (a) 所示是水杯的三维图形, 轮廓形状清晰, 一目了然, 可与设计思维融为一体。

又如图 0.1 (b) 所示是水杯的二维图形, 其表达的信息量较大, 内容广泛, 结构形状表达完整、清晰、唯一。

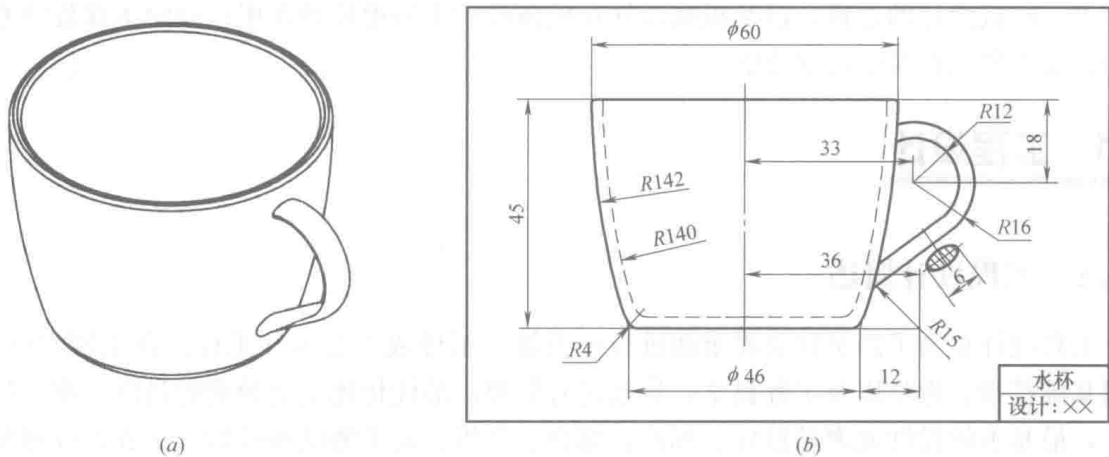


图 0.1 水杯图

(a) 三维图形; (b) 二维图形

不管是二维图形或三维图形，它们所表示的主要是“形状”。但是产品不仅有“形状”，而且还有其它许多相关的信息也需要同时表达。这就是工程界所谓的“图样”。

图样是以图形为核心,按一定的规律与符号、代号及文字进行有机组合,以表达对象的整体要求的总称。图样是一种工具、一种手段,是对象功能要求的具体反映和表现,是生产过程中各工序之间联系的纽带、交流的工具。因此可以说,图样是信息的结晶。图0.2所示为某一建筑及其平面图样。

## 0.2 机械与机械设计

### 0.2.1 机械的概念及术语

机械是机器与机构的总称。

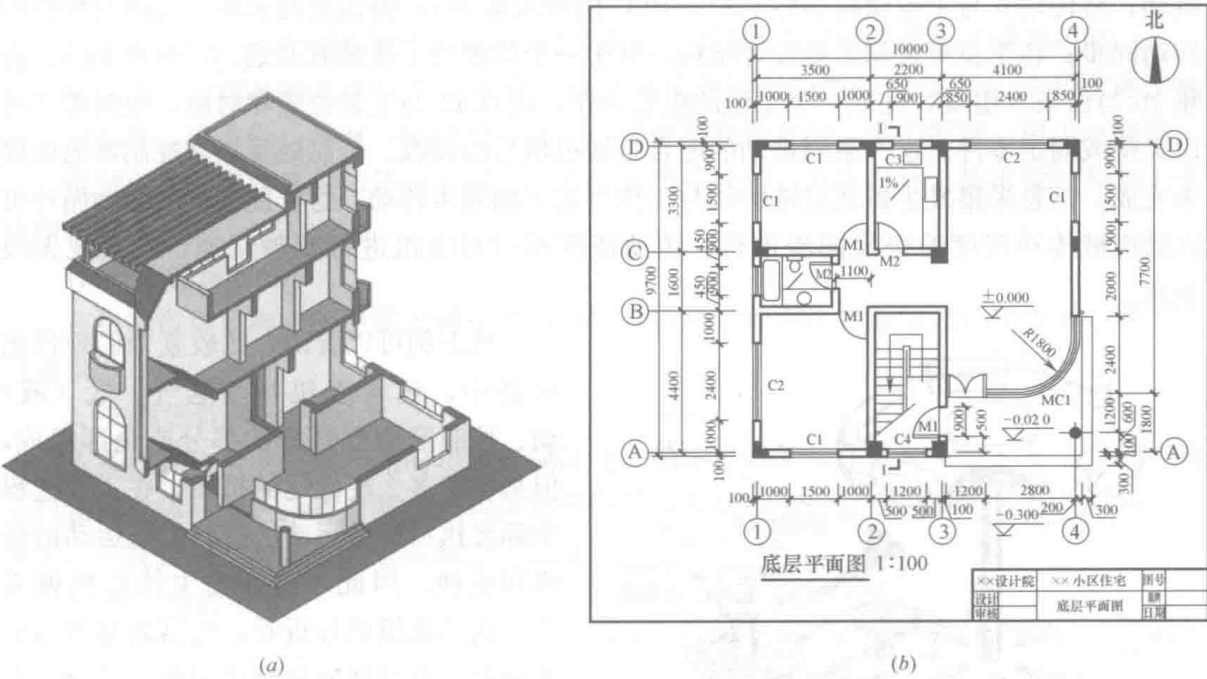


图 0.2 建筑及其图样  
(a) 建筑效果图；(b) 建筑平面图

机器是用来变换或传递能量、物料和信息，能减轻或替代人类劳动的工具。生活中的电动自行车、汽车、洗衣机、计算机，工业生产中的机床、机器人、自动生产线等都属于机器。

无论何种机器，一般都由三部分组成，即原动装置、传动装置和执行装置。

图 0.3 所示的是一台自动组装机，由工业编程控制器进行控制、安全监测、质量检测、计数的六工位组装机；它可以根据需要，设计相应的夹具及工装，代替人完成装配动作。

在如图 0.3 所示的自动组装机中，各个工位根据设定的程序与动作，通过气动元件和机械运动完成其相应的组装功能。载物工作台与各个工位相配合完成严格的协调动作，只有在各工位全部完成装配动作后，由控制发出指令，工作台将转动一个工位后停止，再进行下一个动作的循环。图 0.4 所示为自动组装机的传动系统图，电机 1 通过皮带 2 和变速箱 4 可以将电机的转速改变；电

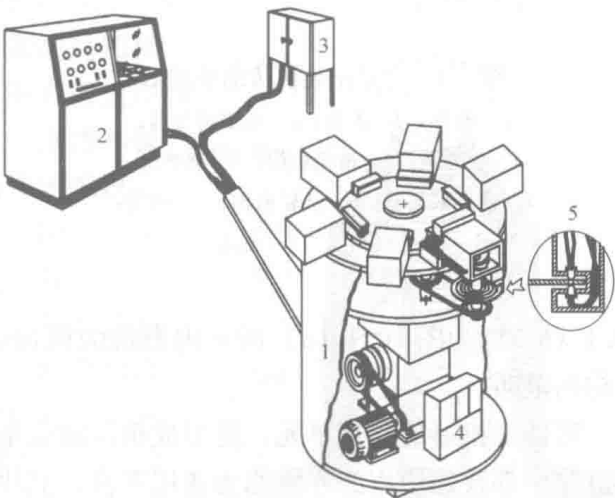


图 0.3 自动组装机  
1—载物工作台；2—PLC 控制箱；3—电源；  
4—气动控制箱；5—信号采集发生器



磁离合器 3 则可以通过控制自动离合；槽轮机构 5 把连续的转动运动改变为工作台的间歇运动；链传动 6 与主运动同步转动带动 PLC 信号采集器 7，使信息的采集、反馈与机械的转动同步；各工位可根据需要设计结构，其中一个位置的工作装置是通过凸轮机构 8、齿轮 10 与齿条 9 组成，完成一个工位的组装动作；夹具 11 与工装位置相对应，根据需要可以夹持或固定零件。这一系列运动的配合是通过信号的接收、信息的反馈和控制器的处理来完成。信息采集发生器通过链传动与工作台的主轴同步转动，这样使整机的运动循环可以随机械传动速度的快慢同步进行。转动速度通过对电机进行变频调速，来实现无级变速。

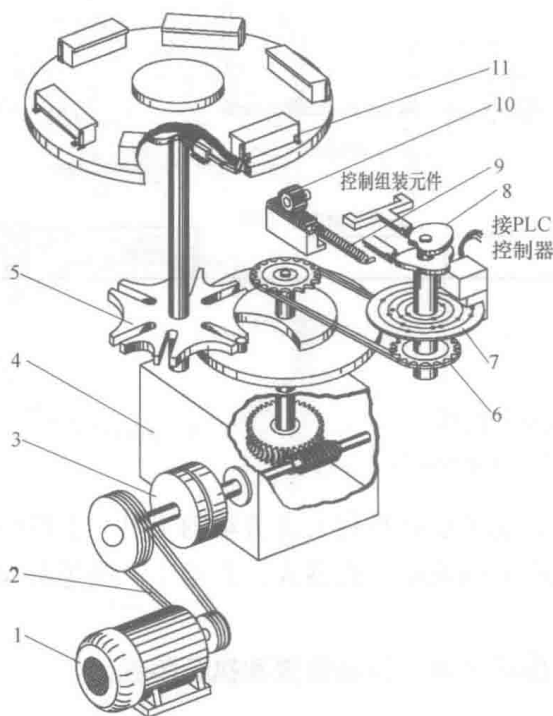


图 0.4 自动组装机传动系统图

- 1—电机；2—皮带；3—电磁离合器；  
4—变速箱；5—槽轮机构；6—链传动；  
7—信号采集器；8—凸轮机构；9—齿条；  
10—齿轮；11—夹具

从上例可以看出，比较复杂的现代化机器中，包含着机械、电气、气（液）动、控制监测等系统的部分或全部组成，但是不管多么现代化的机械，在工作过程中都要执行机械运动，进行机械运动的传递和变换。因此，机械的主体是机械系统。从功能组成分析看，机器的基本组成部分有：原动部分是整机的驱动部分，如组装机中的电机、压力气源；执行部分是完成机器的预定功能的组成部分，如组装机中的夹具、工装；传动部分完成运动形式、运动及动力参数的转变，如带传动、链传动、减速器、间歇机构等；控制部分及其他辅助系统对机器的自动化控制与管理是必不可少的重要组成部分，如信号采集发生器、编程控制器。

机构是机器的运动部分，是剔除了与运动无关的因素而抽象出来的运动模型，是具有确定相对运动的构件组合。构件是机构中运动的最小单元。如上例中，就涉及了槽轮机构、凸轮机构、齿轮机构三种机构。机构常用机构运动简图来表示，图

10.1 (b) 即为图 10.1 (a) 所示内燃机的机构运动简图。从运动的角度看，传动也属于机构的范畴。

零件是机器的制造单元，是组成机器的最基本实体。它分通用和专用零件两大类，各种机器中都普遍使用的零件称为通用零件，其中多数为标准件，如螺钉、螺栓、螺母等；只在某一类机器中使用的零件称为专用零件，如洗衣机中的波轮、风扇中的叶轮等。

部件是由一组协同工作的零件所组成的独立装配的集合体，或者说是机器的装配单元，如滚动轴承等。一个零件也可以是一个装配单元。